

Übung 6.4-1

Schnelle Fragen zu

6.4 Frequenzabhängigkeit der Dielektrizitätskonstanten

Schnelle Fragen zu 6.4.1: Der Grundversuch

- Über welche Frequenzbereiche ist die Frequenzabhängigkeit der Dielektrizitätskonstanten interessant? Gib einige Zahlen (Größenordnungen) für Frequenzen zusammen mit dem passenden Stichwort.
- Wie misst man die frequenzabhängige **DK**, insbesondere bei sehr hohen Frequenzen?
- Wie hängen "Optik" und Elektro- und Informationstechnik zusammen? Gib mindestens drei Beispiele.
- Wie kommt man von der dielektrischen Funktion zum komplexen Brechungsindex?

Schnelle Fragen zu 6.4.2: Der Frequenzgang der (komplexen) Dielektrizitätskonstanten für Resonanz

Erst einige Fragen zu den Grundlagen resonanter Systeme:

- Was sind die Grundbedingungen für ein *resonantes* System. Gib Beispiele aus dem täglichen Leben; nicht notwendigerweise aus der Elektrotechnik.
- Diskutiere jeden Term der folgenden Grundgleichung für das einfachste resonante System. Wie könnte die technische Realisierung aussehen?

$$m \cdot \frac{d^2 x}{dt^2} + k_F \cdot m \cdot \frac{dx}{dt} + k_S \cdot x = q \cdot E_0 \cdot \cos(\omega t)$$

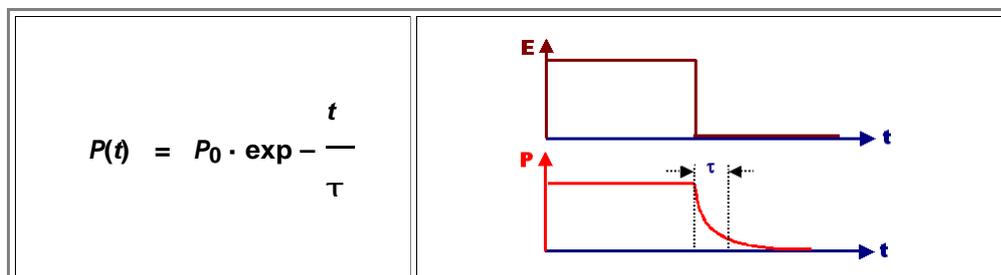
- Skizziere Amplitude und Phase als Funktion der (log) Frequenz mit der Dämpfung als Parameter. Wo liegt die Resonanzfrequenz (Formel ohne Dämpfung reicht aus).
- Zeichne die Amplitude über die Zeit als Funktion der Dämpfung. Wie kann man in diesem Bild die Dämpfungskonstante k_F (F steht für "Friction") direkt erkennen?
Hinweis : Dimension von k_F anschauen.
- Schreibt man die Lösung als *komplexe* Amplitude $x(\omega) = x'(\omega) + x''(\omega)$, sehen Real- und Imaginärteil von $x(\omega)$ wie aus?

Jetzt zur dielektrischen Funktion.

- Welche der drei Polarisationsmechanismen (wir vernachlässigen die Grenzflächenpolarisation) erfüllt alle Bedingungen für ein resonantes System?
- Woher kommt die erregende Kraft, und was zieht zurück?
- Welcher Polarisationsmechanismus wird die höchste Resonanzfrequenz haben, und warum?
- Erwarten wir hohe oder niedrige Dämpfung bei Resonanz, und warum?
- Skizziere Real- und Imaginärteil der dielektrischen Funktion für einen resonanten Mechanismus.
- Was folgt daraus für den Brechungsindex ($n(\omega)$) im Bereich der Resonanz, und wieso kann man damit durch Kombination zweier verschiedener "Gläser" "chromatisch korrigierte" Linsen herstellen?

Schnelle Fragen zu 6.4.3: Der Frequenzgang der (komplexen) Dielektrizitätskonstanten für Relaxation

- Erkläre wie die nachfolgende Kurve und Formel die *Relaxation* der Orientierungspolarisation beschreibt.



- Wie kommt man von einer Funktion der Zeit zur Funktion der Frequenz?
- Zeichne den Real- und Imaginärteil der dielektrischen Funktion für *Wasser* als Funktion der (log) Frequenz; für den Realteil mit Zahlen an den Achsen. Bei welcher Frequenz liegt - ungefähr - das Maximum des Imaginärteils?
- Beschreibe die Funktionsweise einer "Mikrowelle".

🚩 **Schnelle Fragen zu 6.4.4: Gesamtschau**

- Skizziere Real- und Imaginärteil der dielektrische Funktion für ein Material mit allen **4** Polarisationsmechanismen. Gib ungefähre Frequenzen in interessanten Bereichen.
- Warum kann es *kein* Material geben, das dieses Verhalten zeigt?
- Was besagt (in Worten) die *Kramers-Kronig Relation*?
- Wie sähe das Ersatzschaltbild eines idealen Dielektrikums aus? Welche Teile der dielektrischen Funktion beschreiben die Komponenten? Wie muss dieses Ersatzschaltbild erweitert werden, wenn das Dielektrikum nicht ideal ist, d.h. eine **DC** Leitfähigkeit besitzt?
- Warum folgt daraus, dass die dielektrische Funktion die gesamten elektrischen Eigenschaften jedes Materials beschreiben kann?